

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-322490

(43)Date of publication of application : 22.11.1994

(51)Int.CI.

C22C 38/00
C22C 38/44

(21)Application number : 05-156645

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 28.06.1993

(72)Inventor : AZUMA SHIGEKI
YAMANAKA KAZUO
HONCHI MASAHIRO
YAMAGUCHI YOJI

(30)Priority

Priority number : 05 60053 Priority date : 19.03.1993 Priority country : JP

(54) STAINLESS STEEL FOR HIGH PURITY GAS EXCELLENT IN WORKABILITY AND MACHINABILITY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide stainless steel for high purity gas excellent in workability and machinability.
CONSTITUTION: This stainless steel for high purity gas excellent in workability and machinability is, one having a compsn. contg. 10 to 25% Ni, 15 to 30% Cr, 2 to 7% Mo and 0.10 to 0.30% N and in which the content of C in impurities is regulated to $\leq 0.03\%$, Si to $\leq 0.5\%$, Mn to $\leq 0.5\%$, P to $\leq 0.01\%$ S to $\leq 0.003\%$, O to $\leq 0.005\%$, Ti to $\leq 0.02\%$ and Al to less than $(0.01/N(\%))$ and Ni-bal. value given by the following formula is regulated to O to <3: Ni-bal. = Nieq. -1. ICreq. +8.2; where Nieq.=Ni(%) + 0.5Mn(%) + 30(C(%) + N(%)) and Creq.=Cr(%) + 1.5Si(%) + Mo(%). The steel may furthermore be incorporated with 0.20 to 0.80% Cu. This steel combines excellent particle generating properties (cleanliness), corrosion resistance, hot and cold workability and machinability.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-322490

(43) 公開日 平成6年(1994)11月22日

(51) Int.Cl.⁵
C 22 C 38/00
38/44

識別記号 庁内整理番号
302 Z

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 OJ (全 8 頁)

(21)出願番号	特願平5-156645	(71)出願人	000002118 住友金属工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
(22)出願日	平成5年(1993)6月28日	(72)発明者	東 茂樹 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平5-60053	(72)発明者	山中 和夫 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(32)優先日	平5(1993)3月19日	(72)発明者	本地 雅宏 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住 友金属工業株式会社内
(33)優先権主張国	日本(JP)	(74)代理人	弁理士 穂上 照忠 (外1名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼

(57) 【要約】

【目的】加工性と被削性にも優れた高純度ガス用ステンレス鋼を提供する。

【構成】 Ni : 10~25%、 Cr : 15~30%、 Mo : 2 ~ 7 %、 N : 0.10~0.30% を含有し、不純物中の C が 0.03% 以下

$$Ni\text{-bal.} \equiv Ni\text{ eq.} = 1.1Cr\text{ eq.} + 8.2$$

ただし、Ni eq. = Ni(%) + 0.5Mn(%) + 30 [C(%) + N(%)]

$$\text{Cr eq.} \equiv \text{Cr(\%)} + 1.5\text{Si(\%)} + \text{Mo(\%)}$$

上記鋼は加えて更に、Cu:0.20~0.80%を含有すること

*下、Siが0.5%以下、Mnが0.5%以下、Pが0.01%以下、Sが0.003%以下、O(酸素)が0.005%以下、Tiが0.02%以下、Alが[0.01/N(%)]未満で、かつ下記式①で与えられるNi-bal.値が0以上3未満である加工性と被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼。

ができる

【効果】本発明鋼は、優れた低パーティクル発生特性（清浄性）、耐食性、熱間と冷間の加工性および被削性を併せ持つ高純度ガス用ステンレス鋼である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、Ni:10~25%、Cr:15~30%、Mo:2~7%およびN:0.10~0.30%を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物からなり、不純物中のCが0.03%以下、Siが0.5%以下、Mnが0.5%以下、Pが0.01%*

$$\text{Ni-bal.} = \text{Ni eq.} - 1.1\text{Cr eq.} + 8.2 \dots \dots \dots \quad ①$$

ただし、Ni eq. = Ni(%) + 0.5Mn(%) + 30 [C(%) + N(%)]

$$\text{Cr eq.} = \text{Cr(%) + 1.5Si(%) + Mo(%)}$$

【請求項2】重量%で、Ni:10~25%、Cr:15~30%、Mo:2~7%、Cu:0.20~0.80%およびN:0.10~0.30%を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物からなり、※

$$\text{Ni-bal.} = \text{Ni eq.} - 1.1\text{Cr eq.} + 8.2 \dots \dots \dots \quad ①$$

ただし、Ni eq. = Ni(%) + 0.5Mn(%) + 30 [C(%) + N(%)]

$$\text{Cr eq.} = \text{Cr(%) + 1.5Si(%) + Mo(%)}$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体製造プロセスなどで使用される高純度ガス用ステンレス鋼に関する。 20

【0002】

【従来の技術】半導体製造分野においては近年、高集積化が進み、超LSIと称されるディバイスの製造では、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の微細パターンの加工が必要とされている。このような超LSI製造プロセスでは、微少な塵や微量不純物ガスが配線パターンに付着、吸着されて回路不良の原因となるため、使用的反応ガスおよびキャリアーガスは共に高純度であること、すなわちガス中の微粒子および不純物ガスが少ないことが必要である。したがって、高純度ガス用配管および部材においては、その内面から放出される汚染物としての微粒子（パーティクル）およびガスが極力少ないことが要求される。

【0003】また、半導体製造用ガスとしては、窒素、アルゴンなどの不活性ガス以外に塩素、クロロシラン類などの腐食性のガスも使用されるので、これらの腐食性ガスに接する部材には当然、高い耐食性も必要となる。

【0004】従来、このような半導体製造用ガス配管および雑手などの部材は、塵や水分などの付着および吸着を低減するため、その内面粗さがR_{max}として $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下となるまで平滑化されている。この内面平滑化の方法として電解研磨が適用され、その後、高純度水による洗浄、高純度ガスによる乾燥が施されて製品となる。

【0005】半導体製造用ガス配管および雑手などの部材の材質としては通常、オーステナイト系ステンレス鋼、中でもSUS316Lが主流となっており、配管には継目無し钢管が、雑手などの部材には棒鋼などからの「切削加工」ないしは「熱間鍛造+切削加工」仕上品が、それぞれ使用されている。

【0006】上記の規格鋼以外では、特開昭63-161145号公報に、前述のような管内面からのパーティクル発生

*以下、Sが0.003%以下、O(酸素)が0.005%以下、Tiが0.02%以下およびAlが[0.01/N(%)]未満で、かつ下記式①で与えられるNi-bal. 値が0以上、3未満であることを特徴とする加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼。

※不純物中のCが0.03%以下、Siが0.5%以下、Mnが0.5%以下、Pが0.01%以下、Sが0.003%以下、O(酸素)が0.005%以下、Tiが0.02%以下およびAlが[0.01/N(%)]未満で、かつ下記式①で与えられるNi-bal. 値が0以上、3未満であることを特徴とする加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼。

を低減することを目的として、Mn、Si、Al、O(酸素)などの含有量を規制することにより非金属介在物を低減したクリーンルーム用钢管が開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】高純度ガス配管用ステンレス钢管などの性能として不可欠なパーティクル発生低減の有効な対策としては、管内面の平滑化、さらに前記の特開昭63-161145号公報に示されるような非金属介在物の低減がある。配管用ステンレス钢管の性能としては、前述したパーティクル発生特性と耐食性のほか、溶接性、ガス放出特性が重視される。ガス配管系には、溶接継手、バルブ、流量計等の配管部品が不可欠であり、これら配管部品も高純度ガス用としての高清浄性が必要であることから、钢管の素材と同様のパーティクル発生が低減されたステンレス鋼から製造されることとなる。

【0008】配管部品の製造は、主として棒鋼を素材とし、旋盤、ドリルなどを用いる機械加工により行われるため、その素材となるステンレス鋼では、被削性も特に重要な性能である。従来の一般用途での快削ステンレス鋼では、P、S、Se、Pb、Biなどを添加し、これらの元素がステンレス鋼組織中に形成する非金属介在物あるいは析出物により被削性を付与する。しかし、高純度ガス用ステンレス鋼では、前記の必要性能上これらの介在物などを極力低減せざるを得ないため、被削性が著しく劣り、配管部品の機械加工が困難であるという問題がある。

【0009】したがって、上記配管部品の製造にあたっては、切削加工の度合いを極力少なくすることが重要であり、熱間もしくは冷間鍛造を導入することが望ましい。しかし、熱間鍛造と冷間鍛造を比べると、冷間鍛造の方が切削工数の削減度合い、寸法精度、表面品質および材料歩留り、作業コストなどで総合評価して有利であるので、「冷間鍛造+切削加工」方式の導入が可能な高純度ガス用ステンレス鋼素材の開発が待望されている。

【0010】さらに、素材となる棒鋼や钢管を製造するためには当然、良好な熱間加工性を備えたステンレス鋼であることも必要である。

【0011】本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、高純度ガス用ステンレス鋼として不可欠な低パーティクル発生特性（清浄性）と耐食性を有し、さらに優れた熱間または熱間および冷間での加工性と被削性を併せ持つステンレス鋼を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、次の(1)、(2)の加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼にある。

$$\text{Ni-bal.} = \text{Ni eq.} - 1.1\text{Cr eq.} + 8.2 \dots \dots \dots \quad ①$$

ただし、 $\text{Ni eq.} = \text{Ni}(\%) + 0.5\text{Mo}(\%) + 30[\text{C}(\%) + \text{N}(\%)]$

$$\text{Cr eq.} = \text{Cr}(\%) + 1.5\text{Si}(\%) + \text{Mo}(\%)$$

(2) 上記(1)に記載の化学組成に加えてさらに、 $\text{Cu} : 0.2 \sim 0.80\%$ を含有する上記(1)の加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼。

【0015】本発明者らは、前記の課題を解決するため、種々の化学組成を有するステンレス鋼を用いて、高純度ガス用配管としての代表的性能であるパーティクル発生特性、ならびに素材鋼としての性能を表す熱間、冷間での加工性および被削性を調査した。その結果、パーティクル発生特性を劣化させることなく熱間、冷間加工性および被削性を向上させるには、次の①～④が有効であるとの知見を得た。

【0016】①パーティクル発生特性を向上させるために、不純物元素の含有量を一定値以下に抑制する。

【0017】②被削性を向上させるために、Nを適量で含有させ、さらにこのNと窒化物を形成しやすいAl含有量を調整する（オーステナイトステンレス鋼の場合、Nは低C鋼の強度低下を補うための固溶強化元素として知られているが、被削性改善効果についてはこれまで検討されていない。）。

【0018】③冷間鍛造時の加工性を向上させるために、Cuを適量で含有させる。

【0019】④熱間加工性を向上させるために、Ni-bal. 値を一定の範囲に調整する。

【0020】

【作用】本発明のステンレス鋼の化学組成を上述のように定めた理由を述べる。以下、%は重量%を意味する。

【0021】Ni、Cr、Mo : Ni、Cr、Moはいずれも、鋼の耐食性および組織調整に重要な元素である。オーステナイトステンレス鋼としての組織と、さらに高い耐食性とを維持するために、Niは10～25%、Crは15～30%、Moは2～7%とした。これらの範囲を外れると、望ましい耐食性や金属組織が得られない。

【0022】Cu : Cuは本発明の目的の一つである冷間加工性を改善する重要な合金元素であり、必要に応じて含有させる。すなわち、Cuはオーステナイト相を安定化させ、加工硬化率を低下させる作用を有する。さらに、被

* 【0013】(1) 重量%で、Ni : 10～25%、Cr : 15～30%、Mo : 2～7%およびN : 0.10～0.30%を含有し、残部はFeおよび不可避的不純物からなり、不純物中のCが0.03%以下、Siが0.5%以下、Mnが0.5%以下、Pが0.01%以下、Sが0.003%以下、O(酸素)が0.005%以下、Tiが0.02%以下およびAlが[0.01/N(%)]未満で、かつ下記式①で与えられるNi-bal. 値が0以上、3未満であることを特徴とする加工性および被削性に優れた高純度ガス用ステンレス鋼。

* 10 【0014】

削性に対しても改善効果を有する元素である。Cu含有量が0.20%未満では良好な冷間加工性と被削性が得られない。一方、0.80%を超えるとCuの固溶化作用により脆化が著しくなり、熱間加工性を劣化させるため、钢管および棒鋼などの製造が困難となる。よって、Cuを含有させる場合の含有量の範囲は0.20～0.80%とした。

【0023】N : Nは本発明の目的の一つである被削性を改善する重要な合金元素である。被削性が向上するのは、ドリル穿孔の場合、高N化によって切削時の切り屑が破断しやすくなり、穿孔時に孔外へ容易に排出されるためであると考えられる。

【0024】N含有量が0.10%未満の場合には、上記の効果が少なく良好な被削性が得られない。一方、0.30%を超えると熱間加工性が劣化し、钢管および棒鋼などの製造が困難となる。よって、Nの含有量の範囲は0.10～0.30%とした。

【0025】C : Cは、Cr炭化物の析出により耐食性を低下させるため、その含有量は低いことが望ましい。本発明鋼の強い腐食性ガスに対する用途も考慮して、0.03%以下とした。

【0026】Si、Mn : Si、Mnは脱酸効果を有し、ステンレス鋼の高清浄化に有効な元素である。しかし、Si、Mnとも鋼中のO、Sと化合して非金属介在物を形成しやすく、高純度ガス用ステンレス鋼としては、これらの含有量はともに低いことが望ましい。よって、SiとMnの含有量は、いずれも0.5%以下とした。

【0027】P、S : Pの含有量が0.01%を、Sの含有量が0.003%を、それぞれ超えると、ともに耐食性および熱間加工性に対して有害である。特にSは極微量でもMnSを生成し、耐食性に極めて有害である。よって、Pの含有量は0.01%以下、Sの含有量は0.003%以下とした。

【0028】Al : AlもSi、Mnと同様に脱酸効果を有し、かつ非金属介在物を形成しやすい元素である。また、Nを前記範囲で含有させた場合、過剰のAlが存在するとAl窒化物を生成し、鋼の清浄度を悪化させパーティクル発生特性が劣化する。

【0029】Al窒化物の生成の有無は、NとAlとの含有量から予測できる。本発明者らがその窒化物析出の関係

を系統的に調査したところ、NとAlとの含有量の関係を、 $[N(\%) \times Al(\%)]$ で0.01未満に維持すれば、高N含有ステンレス鋼でもAl窒化物は析出しないことが判明した。よって、Al含有量は $[0.01 / N(\%)]$ 未満とした。

【0030】O:O(酸素)はSと並んで非金属介在物を形成する元素であり、極力少なくする必要がある。耐食性に悪影響を及ぼさない範囲として、O含有量は0.05%以下とした。

【0031】Ti:Tiは窒化物を極めて生成しやすい元素であり、前記の高N含有量の範囲では極微量でも有害である。よって、Ti含有量は0.02%以下とした。

【0032】Ni-bal. 値:Ni-bal. 値が0未満になると、フェライト相を含む不安定なオーステナイト組織しか得られないため、機械的性質、耐食性が劣化する。一方、3以上では熱間加工性が低下し、実験室での小規模な鋼塊等の製造では支障はないものの、商用レベルの大

量製造では、鋼塊の熱間鍛造、熱間圧延時に割れが起こりやすい。よって、本発明鋼の合金元素含有量から計算されるNi-bal. 値を、0以上、3未満と定めた。

【0033】本発明鋼では、さらに3%以下のWを含有させると耐食性が向上し、また0.01%以下のB、Ca、希土類元素をそれぞれ含有させると熱間加工性が向上する。

【0034】

【実施例】表1、表2に示す化学組成を有するステンレス鋼を溶製し、肉厚10mmの板材、外径6.4mm、肉厚1mm、長さ4mの縫目無钢管および外径20mmの棒鋼を熱間加工により成形後、1100°C→水冷の固溶化処理を施し、板材は被削性試験と熱間加工後の硬度測定試験に、管材はパーティクル発生特性試験に、棒鋼は冷間加工性試験に、それぞれ供した。

【0035】

【表1】

表 1

鋼 種	化 學 組 成 (Wt%、bal : Fe、不純物)													偏 考			
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	N	O	NxAl	Ni eq.	Cr eq.	NiAl.
A	0.004	0.08	0.05	0.008	0.001	12.4	17.5	2.91	-	0.012	0.004	0.113	0.0011	0.0014	15.94	20.53	1.55
B	0.006	0.42	0.04	0.008	0.002	12.6	17.8	2.72	-	0.035	0.001	0.112	0.0004	0.0039	16.16	21.15	1.09
C	0.005	0.21	0.12	0.005	0.001	14.6	19.5	3.65	-	0.021	0.006	0.186	0.0002	0.0039	20.39	23.47	2.78
D	0.005	0.45	0.06	0.007	0.001	23.2	27.3	2.12	-	0.011	0.011	0.136	0.0009	0.0015	27.46	30.10	2.56
E	0.008	0.38	0.23	0.007	0.001	20.5	24.5	5.86	-	0.032	0.001	0.231	0.0008	0.0074	27.79	30.93	1.98
1	0.006	0.04	0.12	0.008	0.001	13.1	16.9	2.32	-	0.012	0.003	0.022*	0.0012	0.0000	13.40	19.28	0.39
2	0.003	0.08	0.05	0.008	0.001	13.6	17.5	2.68	-	0.004	0.005	0.072*	0.0006	0.0003	15.88	20.27	1.78
3	0.006	0.32	0.09	0.004	0.001	15.6	18.2	3.15	-	0.007	0.004	0.033*	0.0006	0.0000	15.92	21.83	0.10
4	0.012	0.31	0.11	0.006	0.001	14.1	17.2	2.68	-	0.021	0.004	0.114	0.0012	0.0024	17.94	20.35	3.76*
5	0.015	0.48	0.42	0.003	0.002	13.2	17.8	2.64	-	0.125	0.011	0.125	0.0012	0.0156*	17.61	21.16	2.53
6	0.002	0.42	0.02	0.006	0.002	12.2	18.9	2.92	-	0.062	0.001	0.231	0.0008	0.0143*	19.20	22.45	2.70
7	0.003	0.42	0.46	0.009	0.001	13.5	20.6	3.62	-	0.072	0.014	0.261	0.0068*	0.0188*	21.65	24.85	2.51
8	0.008	0.48	0.14	0.004	0.001	12.8	17.9	2.89	-	0.014	0.036*	0.121	0.0011	0.0017	16.74	21.51	1.28

(注) *印は本範囲の範囲外

表 2

鋼種	化 學 組 成 (Wt%、bal : Fe、不純物)												備考				
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Al	Ti	N	O	N×Al	Ni eq.	Cr eq.	Ni bal.
F	0.004	0.08	0.05	0.009	0.001	12.4	17.5	2.91	0.27	0.012	0.004	0.118	0.0011	0.0014	15.94	20.53	1.55
G	0.006	0.42	0.04	0.008	0.002	12.6	17.8	2.72	0.51	0.035	0.001	0.112	0.0004	0.0039	16.16	21.15	1.09
H	0.005	0.21	0.12	0.005	0.001	14.6	19.5	3.65	0.42	0.021	0.006	0.186	0.0002	0.0069	20.39	23.47	2.78
I	0.005	0.45	0.06	0.007	0.001	23.2	27.3	2.12	0.76	0.011	0.011	0.136	0.0008	0.0015	27.46	30.10	2.56
J	0.008	0.38	0.23	0.007	0.001	20.5	24.5	5.86	0.34	0.032	0.001	0.231	0.0008	0.0074	27.79	30.93	1.96
K	0.006	0.04	0.12	0.009	0.001	13.1	16.9	2.32	0.62	0.012	0.003	0.022*	0.0012	0.0000	13.40	19.28	0.39
L	0.006	0.32	0.09	0.004	0.001	15.6	18.2	3.15	0.48	0.007	0.004	0.035*	0.0006	0.0000	15.92	21.83	0.10

(注) * 印は本発明の範囲外

9

表 4

鋼種	熱間加工性	硬度 Hv10kg	被削性		冷間 加工性	パーティクルゼロ となるハンマーリング 回数	備 考
			穿孔個数	切屑性状			
A	良好	168	>100、>100	良好	100	4	本発明例
B	良好	176	>100、>100	良好	90	1	
C	良好	172	>100、>100	良好	90	3	
D	良好	168	>100、>100	良好	95	5	
E	良好	182	>100、>100	良好	80	4	
1	良好	143	2、3	ドリルに絡み付く	100	6	
2	良好	156	10、19	ドリルに絡み付く	95	2	
3	良好	151	4、7	ドリルに絡み付く	100	4	
4	熱延板へり部割れ	168	>100、>100	良好	100	6	
5	良好	182	>100、>100	良好	90	12	
6	良好	174	>100、>100	良好	90	18	
7	良好	182	>100、>100	良好	80	21	
8	良好	156	21、9	ドリルに絡み付く	100	13	

【0044】

20【表5】

表 5

鋼種	熱間加工性	硬度 Hv10kg	被削性		冷間 加工性	パーティクルゼロ となるハンマーリング 回数	備 考
			穿孔個数	切屑性状			
F	良好	168	>100、>100	良好	115	4	本発明例
G	良好	176	>100、>100	良好	120	1	
H	良好	172	>100、>100	良好	120	3	
I	良好	168	>100、>100	良好	130	5	
J	良好	182	>100、>100	良好	120	4	
9	良好	143	2、3	ドリルに絡み付く	120	6	
10	良好	151	4、7	ドリルに絡み付く	120	4	

【0045】表4からわかるように、本発明で定める範囲内の化学組成を有するステンレス鋼では、熱間加工性が良好で、しかも優れたパーティクル発生特性と被削性を示した。

【0046】表5からわかるように、本発明で定める範囲内の化学組成を有するステンレス鋼では、熱間加工性、冷間加工性が良好で、しかも優れたパーティクル発生特性と被削性を示した。

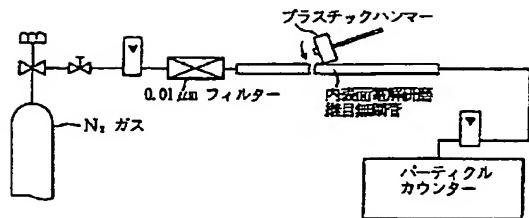
【0047】

【発明の効果】本発明鋼は、高純度ガス用として不可欠な低パーティクル発生特性（清浄性）、耐食性、優れた熱間、冷間での加工性および被削性を併せ持つステンレス鋼である。この鋼を素材鋼として用いれば、棒鋼から「冷間加工+切削加工」仕上により、総手などの高純度ガス配管用部材も製造することができる。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】钢管内面のパーティクル発生特性を評価する装置を模式的に示す概略図である。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 山口 洋治

北九州市小倉北区許斐町1番地住友金属工業
株式会社小倉製鉄所内